

Control circuit for LED and corresponding operating method

Patent Number: ☐ [US6515434](#)
Publication date: 2003-02-04
Inventor(s): BIEBL ALOIS (DE)
Applicant(s): PATRA PATENT TREUHAND (DE)
Requested Patent: ☐ [DE19950135](#)
Application Number: US20010857502 20010606
Priority Number(s): DE19991050135 19991018; WO2000DE00988 20000401
IPC Classification: G05F1/00
EC Classification: [B60Q1/26L](#), [H05B33/08D2S](#), [H05B33/08D4L](#)
Equivalents: CA2354473, ☐ [EP1151639](#) (WO0130119), JP2003512733T, ☐ [WO0130119](#)

Abstract

A drive circuit for an LED array, comprising at least two clusters of LEDs, in which one cluster comprises a number of LEDs arranged in series which are connected to a supply voltage (UBatt), with a semiconductor switch (T) being arranged in series between each LED cluster and the associated supply voltage, which semiconductor switch (T) allows the LED current to be supplied in a pulsed manner, with a measurement resistor (RShunt) being arranged in series with the LEDs in the path for the forward current IF between the LEDs and ground. A control loop controls the semiconductor switch (T1) in a first LED cluster, referred to as the master cluster in the following text, such that a constant mean value of the LED current is achieved, wherein the master cluster has a predetermined number X of LEDs in its cluster, and with this control loop also driving at least the semiconductor switch (T2) in a further, LED cluster, referred to in the following text as the slave cluster

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 199 50 135 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
H 05 B 37/02
B 60 Q 1/00

②1 Aktenzeichen: 199 50 135.1
②2 Anmeldetag: 18. 10. 1999
④3 Offenlegungstag: 19. 4. 2001

DE 199 50 135 A 1

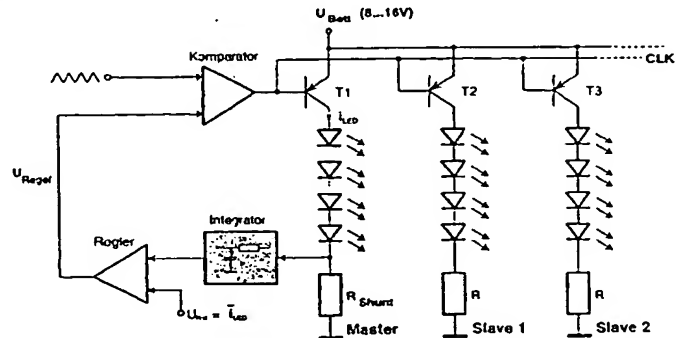
⑦1 Anmelder:
Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische
Glühlampen mbH, 81543 München, DE

⑦2 Erfinder:
Biebl, Alois, 93358 Train, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Ansteuerschaltung für LED und zugehöriges Betriebsverfahren

⑤7 Ansteuerschaltung für ein LED-Array, bestehend aus mindestens zwei Strängen von LEDs, wobei ein Strang aus mehreren in Serie angeordneten LEDs besteht, die an eine Versorgungsspannung (U_{Batt}) angeschlossen sind, wobei zwischen jedem LED-Strang und der zugehörigen Versorgungsspannung ein Halbleiterschalter (T) in Serie angeordnet ist, der es ermöglicht, den LED-Strom getaktet zuzuführen, wobei im Zweig für den Durchlaßstrom I_f zwischen LEDs und Masse ein Meßwiderstand (R_{Shunt}) in Serie zu den LEDs angeordnet ist. Ein Regelkreis regelt den Halbleiterschalter (T1) eines ersten LED-Strangs, im folgenden Master-Strang genannt, so, daß ein konstanter Mittelwert des LED-Stroms erzielt wird, wobei der Master-Strang eine vorgegebene Anzahl X von LEDs in seinem Strang aufweist, wobei dieser Regelkreis auch zumindest den Halbleiterschalter (T2) eines weiteren LED-Strangs, im folgenden Slave-Strang bezeichnet, ansteuert.



DE 199 50 135 A 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung geht aus von einer Ansteuerschaltung für LED und zugehöriges Betriebsverfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Es geht dabei insbesondere um die Reduzierung der Ansteuerverlustleistung bei Leuchtdioden (LEDs) mittels einer getakteten LED-Ansteuerschaltung.

Stand der Technik

Bei der Ansteuerung von Leuchtdioden (LEDs) werden in der Regel Vorwiderstände zur Strombegrenzung eingesetzt, siehe beispielsweise US-A 5 907 569. Ein typischer Spannungsabfall an Leuchtdioden (U_F) liegt bei einigen Volt (beispielsweise ist bei Power TOPLED $U_F = 2,1$ V). Der bekannte Vorwiderstand R_v in Reihe zur LED (siehe Fig. 1 der DE-A 199 30 174.3), erzeugt besonders dann eine hohe Verlustleistung, wenn die Batteriespannung U_{Bat} hohen Spannungsschwankungen (wie im Kfz üblich) unterliegt. Der Spannungsabfall an der LED bleibt auch bei derartigen Spannungsschwankungen noch (\rightarrow entfällt) konstant, d. h. die restliche Spannung fällt am Vorwiderstand R_v ab. Somit wird R_v abwechselnd mehr oder weniger stark belastet. In der Praxis werden meist mehrere LEDs in Reihe (Strang) geschaltet, um eine bessere Effizienz in der Ansteuerung zu erreichen (Fig. 2 der DE-A 199 30 174.3). Je nach Bordnetz (12 V oder 42 V) können dementsprechend viele LEDs zu einem Strang zusammengefaßt werden. Im 12 V-Bordnetz gibt es eine untere Grenze der Batteriespannung U_{Bat} , bis zu der gesetzlich vorgeschriebene Sicherheitseinrichtungen (z. B. Warnblinkanlage) funktionsfähig sein müssen. Sie beträgt 9 Volt. D. h. es können hier bis zu 4 Power TOPLEDs zu einem Strang zusammengefaßt werden ($4 \times 2,1 \text{ V} = 8,4 \text{ V}$).

In der DE-A 199 30 174.3 ist weiterhin eine Reduzierung der Ansteuerverlustleistung bei Leuchtdioden (LEDs) mittels getakteter LED-Ansteuerung beschrieben. Bei dieser Ansteuerung der LEDs wird jeder einzelne LED-Strang für sich selbst strengeregt. Dies führt zu größtmöglicher Sicherheit (intelligenter LED-Treiberbaustein, siehe Fig. 4 der DE-A 199 30 174.3). Für die Ausleuchtung einer größeren Fläche – wie dies bei Kfz-Heckleuchten der Fall ist – wird mit dieser Technik jedoch eine größere Zahl von LED-Treiberbausteinen benötigt, was erhebliche Kosten verursacht. Die Anzahl der LED-Treiberbausteine hängt von zwei Faktoren ab:

Je kleiner die verfügbare Versorgungsspannung U_v für den LED-Strang ist, desto größer ist die Anzahl der benötigten Stränge.

Je größer die Durchflußspannung U_F der LEDs, die für einen LED-Strang eingesetzt werden sollen, ist, desto weniger LEDs können in einem Strang eingesetzt werden.

Je mehr LED-Treiberbausteine notwendig werden, desto mehr Kosten entstehen.

Die Anforderungen, die an eine LED-Ansteuerung wie in DE-A 199 30 174.3 beschrieben gestellt werden, werden natürlich aufrechterhalten, z. B. Möglichkeit der Temperaturregelung und der Fehlererkennung im LED-Strang.

Darstellung der Erfindung

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Ansteuerschaltung für LED gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, die einfacher und damit erheblich kostengünstiger ist.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merk-

male des Anspruchs 1 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

Das Grundprinzip der vorliegenden Erfindung ist eine Kaskadierung der vorbekannten Ansteuerung. Eine LED-Ansteuerung nach dem Konzept der DE-A 199 30 174.3 wird dahingehend vereinfacht, daß der grundsätzliche Ansteuertakt durch die Uhr (Clock, CLK) des Transistors T1 eines ersten übergeordneten LED-Stranges, der im folgenden "Master" genannt wird, am Ausgang des Komparators des zugehörigen Regelkreises bestimmt wird und dieser Takt auch für weitere untergeordnete LED-Stränge (Slaves) zur Verfügung gestellt wird (Fig. 1). Seriell zu den LEDs liegende Widerstände R_{SSn} stellen optionale zusätzliche Shuntwiderstände R_{Shunt} dar. Sie sind im Betrieb nicht unbedingt notwendig, da ihre Werte sehr klein gewählt werden (etwa $R_{SS1} = 1 \Omega$) und den eingestellten Durchlaßstrom I_F nicht beeinträchtigen. Wenn aber eine Unterbrechungserkennung in den Slave-Strängen stattfinden soll (s. u.), sind sie unerläßlich.

Mit diesem Konzept kann die Ausleuchtung einer beliebig großen Fläche im Prinzip mit einem einzigen Regelkreis erreicht werden. Es handelt sich hier um eine sog. Master-Slave-Stromregelung, wobei der Master-Strang den Takt (CLK) vorgibt und alle zusätzlichen LED-Stränge (Slave-Stränge) mit dem Mastertakt angesteuert werden.

In der einfachsten Ausführungsform wird nur ein Master-Strang verwendet. Diese Lösung ist besonders kostengünstig. Dabei ist allerdings vorteilhaft darauf zu achten, daß die Anzahl der LEDs in den Slave-Strängen gleich groß wie im einzigen Master-Strang ist. Ansonsten würden Unterschiede in der Helligkeit bzw. auch in der Leuchtdichte auftreten.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann die Anzahl der LEDs in den Strängen variiert werden. Dabei gibt es zwei verschiedene Ausführungsformen, um LED-Stränge anzusteuern, die eine unterschiedliche Anzahl von LEDs aufweisen (z. B. wenn die Anzahl der LEDs im Master-Strang größer ist):

Es wird in einer ersten Variante zusätzlich jeweils ein serieller Verbraucher (Widerstand, Z-Diode, o. ä.), insbesondere ein serieller Vor-Widerstand R_{Xn} , in den n-ten Slave-Strang geschaltet, der die fehlende Leuchtdiode (bzw. Leuchtdioden)-ersetzt. Dabei wird der Ansteuertakt desjenigen LED-Strangs als Master-Clock verwendet, der die größte Anzahl von Leuchtdioden treibt (Fig. 2). Die Zahl der LEDs in den anderen Strängen (Slave-Stränge) kann dabei gleich groß oder kleiner gewählt werden. Vorteilhaft ist sie lediglich um bis zu 30% kleiner als die im Master-Strang, um die Verluste nicht zu groß werden zu lassen.

Es werden in einer zweiten Variante ein oder mehrere zusätzliche LED-Regelkreise (zweiter bzw. dritter, usw. Masterregelkreis) im LED-Ansteuerbaustein (IC) integriert, deren LED-Strang mit einer geringeren Anzahl von LEDs arbeitet als der erste Master-Strang. Die Batteriespannung U_{Bat} ist dabei mit allen Transistoren T verbunden. Der Ansteuertakt des zweiten Masterregelkreises (CLK 2) wird dann der Gruppe von Slave-Strängen mit der entsprechenden, geringeren Anzahl von LEDs zur Verfügung gestellt (Fig. 3). Diese Ausführungsform eignet sich für Gruppen von LED-Strängen mit jeweils gleicher Anzahl LEDs.

Bevorzugt wird auch die Ausfallsicherheit eines Master-Stranges verbessert. Denn wenn der Master durch irgendwelche Umstände ausfällt (z. B. Unterbrechung), steht der Master-Clock für alle daran angeschlossenen Slaves nicht mehr zur Verfügung. Die Slaves werden nicht mehr angesteuert und müssen dann zum Schutz vor Zerstörung ebenfalls abgeschaltet werden.

Vorteilhaft wird daher einer der Slave-Stränge als Re-

serve-Master-Strang ausgelegt. Dies bedeutet, daß ein Mittel zur Unterbrechungserkennung im Regelkreis des Masterstrangs vorhanden ist, das seinerseits mit einem Umschalter im Regelkreis verbunden ist, wobei der Umschalter einerseits mit dem Master-Strang, andererseits mit dem Reserve-Master-Strang, verbunden ist. Bei Ausfall des Masters wird dann auf den Reserve-Master-Strang umgeschaltet (Fig. 4). Durch diese Redundanz ist sichergestellt, daß im Falle einer fehlerhaften Arbeitsweise (Unterbrechung) des Masters sofort auf den Reserve-Master umgeschaltet wird. Somit ist sichergestellt, daß die angeschlossenen Slaves (nicht gezeigt) weiterhin ihren Ansteuertakt (Master-Clock) für den Betrieb erhalten.

Bevorzugt wird der Reserve-Master als Slave genutzt, solange der Master 1 regulär arbeitet.

Bevorzugt wird auch die Fehlererkennung (Fehlfunktion) im LED-Strang verbessert. Die häufigsten Fehlerarten sind Unterbrechung und Kurzschluß. Ein Ausfall bei LEDs bedeutet immer Unterbrechung. In diesem Fall bedeutet es eine Unterbrechung im LED-Strang, d. h. zumindest eine LED ist ausgefallen.

Es kann aber trotzdem ein Kurzschluß vorkommen, und zwar im Sinne der Unterbrechung der elektrischen Verbindungsleitung zwischen LED-Anode (A1) und Masse (GND), siehe Fig. 5. Speziell für den Einsatz in Automobilen (z. B. eine Rückleuchte, bestehend aus LEDs) muß diese Fehlerart detektiert werden, damit dann im Fehlerfall entsprechende Gegenmaßnahmen, wie sofortiges Abschalten des LED-Treiberbausteins oder nur des kurzgeschlossenen Lastkreises (LED-Strang), eingeleitet werden können. Der Fehlerfall "Kurzschluß" kann zum Beispiel durch einen Auffahrunfall verursacht werden, bei dem die Rückleuchte beschädigt wird.

Eine Fehlererkennung in allen Strängen ist daher sehr empfehlenswert. Zu diesem Zweck sind im Treiberbaustein (IC) Detektor-Eingänge für die Slave-Stränge notwendig, und zwar bevorzugt ein erster Eingang für die Unterbrechungserkennung (Fig. 5, OL) und ein zweiter Eingang für die Kurzschlußerkennung (SC in Fig. 5). OL steht für "Open Load" (Unterbrechung), während SC für Short Circuit (Kurzschluß) steht.

Die Gesamtzahl der Detektor-Eingänge richtet sich nach der Zahl der Slave-Stränge, die überwacht werden sollen. Im Normalfall sind pro Slave-Strang zwei Eingänge am Baustein erforderlich.

Die grundsätzlichen Elemente einer LED-Ansteuerschaltung sind in der DE-A 199 30 174.3 beschrieben. Jetzt kommen gemäß Fig. 5 Elemente für den Betrieb gemäß dem Master-Slave-Verfahren hinzu. Der Vollständigkeit halber sollen alle genannt werden:

Konstantstromregelung des Durchlaßstroms ($I_F = \text{const.}$) bei LEDs

externe und damit flexible Durchlaßstromeinstellung

kleine Verlustleistung durch Schafbetrieb (Entfallen des großen Vorwiderstandes R_v)

Unterbrechungserkennung im LED-Strang

Kurzschlußerkennung am LED-Strang

Temperaturregelung zum Schutz der LEDs

Flexibilität bei der Ansteuerung von LEDs verschiedener Anzahl in den Strängen durch einen zweiten LED Masterregelkreis

Ansteuertakt ausgang (Clockausgang) des Masters 1 und des Masters 2 für die dazugehörigen Slave-Stränge gleicher Anzahl von LEDs

Erhöhung der Sicherheit durch Master-Umschaltung

Logikansteuerung (microcontroller-kompatibler ENABLE-Eingang)

geringe Eigenstromaufnahme der Ansteuerschaltung in Be-

trieb und im Standby-Mode

verpolfest (in IC integriert oder extern durch Steckerkodierung realisierbar)

Überspannungsschutz.

5 kompaktes Gehäuse (z. B. Power SO-Gehäuse für SMD-Technik)

Temperaturbereich $-40^\circ\text{C} \leq T_j \leq 150^\circ\text{C}$

42 V Kfz-Bordnetz (auch für 12 V Kfz-Bordnetz realisierbar).

Figuren

Im folgenden soll die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen:

15 Fig. 1 das Grundprinzip einer getakteten Stromregelung für LED nach dem Master-Slave-Prinzip

Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Ansteuerschaltung mit unterschiedlicher Anzahl von LEDs in einzelnen Strängen

20 Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Ansteuerschaltung mit zwei Master-Strängen

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Ansteuerschaltung mit Reserve-Master-Strang

25 Fig. 5 Prinzip eines Blockschaltbilds einer LED-Ansteuerschaltung einer getakteten Stromregelung für LED

Fig. 6 LED-Ansteuerschaltung ohne Fehlererkennung

Fig. 7 LED-Ansteuerschaltung mit kompletter Fehlererkennung

Beschreibung der Zeichnungen

Die Fig. 1 bis 5 wurden bereits oben beschrieben.

Die schematische Anwendungsschaltung in Fig. 6 ist ohne Fehlererkennung für die Slave-Stränge dargestellt. Details sind in Fig. 8 der DE-A 199 30 174.3 dargestellt. Die Slave-Stränge werden gruppenweise durch den dazugehörigen Master-Strang, der geregelt ist, gesteuert. Für den Fall, daß in einer Applikation auf eine Fehlererkennung verzichtet werden kann, ist bzw. sind die Detektoreingänge (OL und SC) der Slave-Stränge auf ein festes Potential (z. B. HIGH) zu legen.

Anders hingegen bei Fig. 7. Hier werden auch die Detektoreingänge OL und SC für die Fehlererkennung in den Slave-Strängen genutzt.

Patentansprüche

1. Ansteuerschaltung für ein LED-Array, bestehend aus mindestens zwei Strängen von LEDs, wobei ein Strang aus mehreren in Serie angeordneten LEDs besteht, die an eine Versorgungsspannung (U_{Batt}) angeschlossen sind, wobei zwischen jedem LED-Strang und der zugehörigen Versorgungsspannung ein Halbleiterschalter (T) in Serie angeordnet ist, der es ermöglicht, den LED-Strom getaktet zuzuführen, wobei zumindest bei einem ersten LED-Strang im Zweig für den Durchlaßstrom I_F insbesondere zwischen LEDs und Masse, ein Mittel zum Messen des Stroms I_F insbesondere ein Meßwiderstand (R_{shunt}), in Serie zu den LEDs angeordnet ist, wobei ein Regelkreis den Halbleiterschalter (T1) des ersten LED-Strangs, im folgenden Master-Strang genannt, so regelt, daß ein konstanter Mittelwert des LED-Stroms erzielt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Master-Strang eine vorgegebene Anzahl X von LEDs in seinem Strang aufweist, wobei dieser Regelkreis auch zumindest den Halbleiterschalter (T2) eines weiteren, zweiten LED-Strangs, im folgenden als Slave-Strang bezeichnet, ansteuert.

2. Ansteuerschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle zusätzlich vorhandenen LED-Stränge jeweils die gleiche Anzahl X von LEDs wie der Master-Strang aufweisen, wobei der Regelkreis des Masterstrangs alle zusätzlichen LED-Stränge mitansteuert. 5
3. Ansteuerschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle zusätzlich vorhandenen n LED-Stränge eine Anzahl X_n LEDs aufweisen, wobei die Zahl $X_n = X$ ist, und wobei ein zusätzlicher Verbraucher, insbesondere ein Widerstand R_{xn} , im LED-Strang in Serie zu den LEDs angeordnet ist, wenn $X_n < X$ ist. 10
4. Ansteuerschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Gruppen von LED-Strängen, deren Anzahl LEDs unterschiedlich ist, jeweils ein Master-Strang zugeordnet ist, wobei die Anzahl X von LEDs in einer Gruppe von Slave-Strängen mit der im zugehörigen Master-Strang übereinstimmt. 15
5. Ansteuerschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß einer der Slave-Stränge als Reserve-Master-Strang ausgelegt ist, indem ein Mittel zur Unterbrechungserkennung im Regelkreis des Master-Strangs vorhanden ist, das seinerseits mit einem Umschalter im Regelkreis verbunden ist, wobei der Umschalter einerseits mit dem Master-Strang, andererseits mit dem Reserve-Master-Strang, verbunden ist und dazu geeignet ist, bei Unterbrechung im Master-Strang auf den Reserve-Master-Strang umzuschalten. 20
6. Ansteuerschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Strang (Master- und Slave-strang) zusätzlich Mittel zur Fehlererkennung umfaßt. 25
7. Verfahren zum Betreiben mehrerer LED-Stränge oder Arrays, dadurch gekennzeichnet, daß ein LED-Strang (Master-Strang) mit einem Regelkreis, der eine Taktfrequenz vorgibt, ausgestattet ist, und daß mindestens ein weiterer LED-Strang (Slave-Strang) von dieser Taktfrequenz mitgesteuert wird. 30

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

40

45

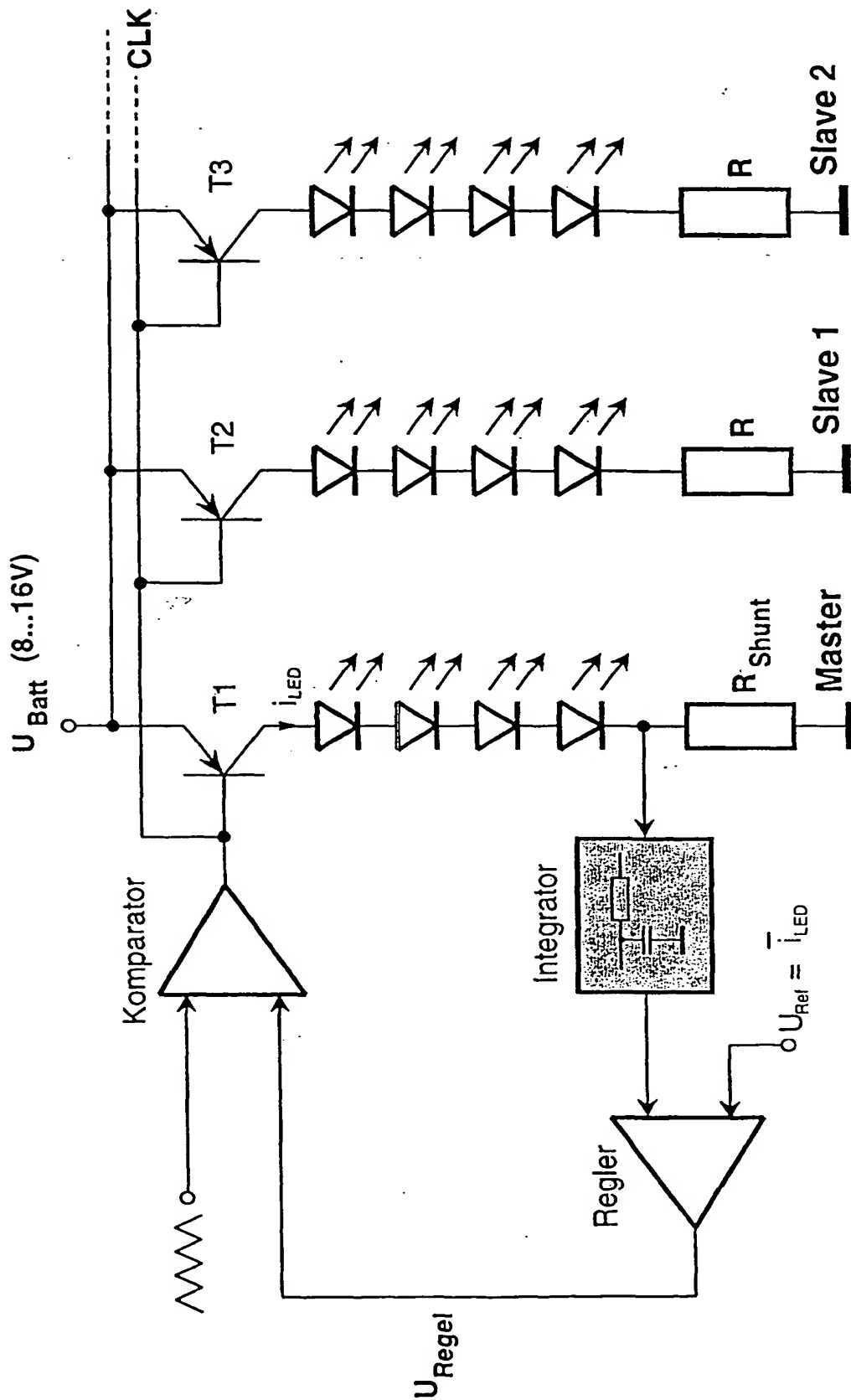
50

55

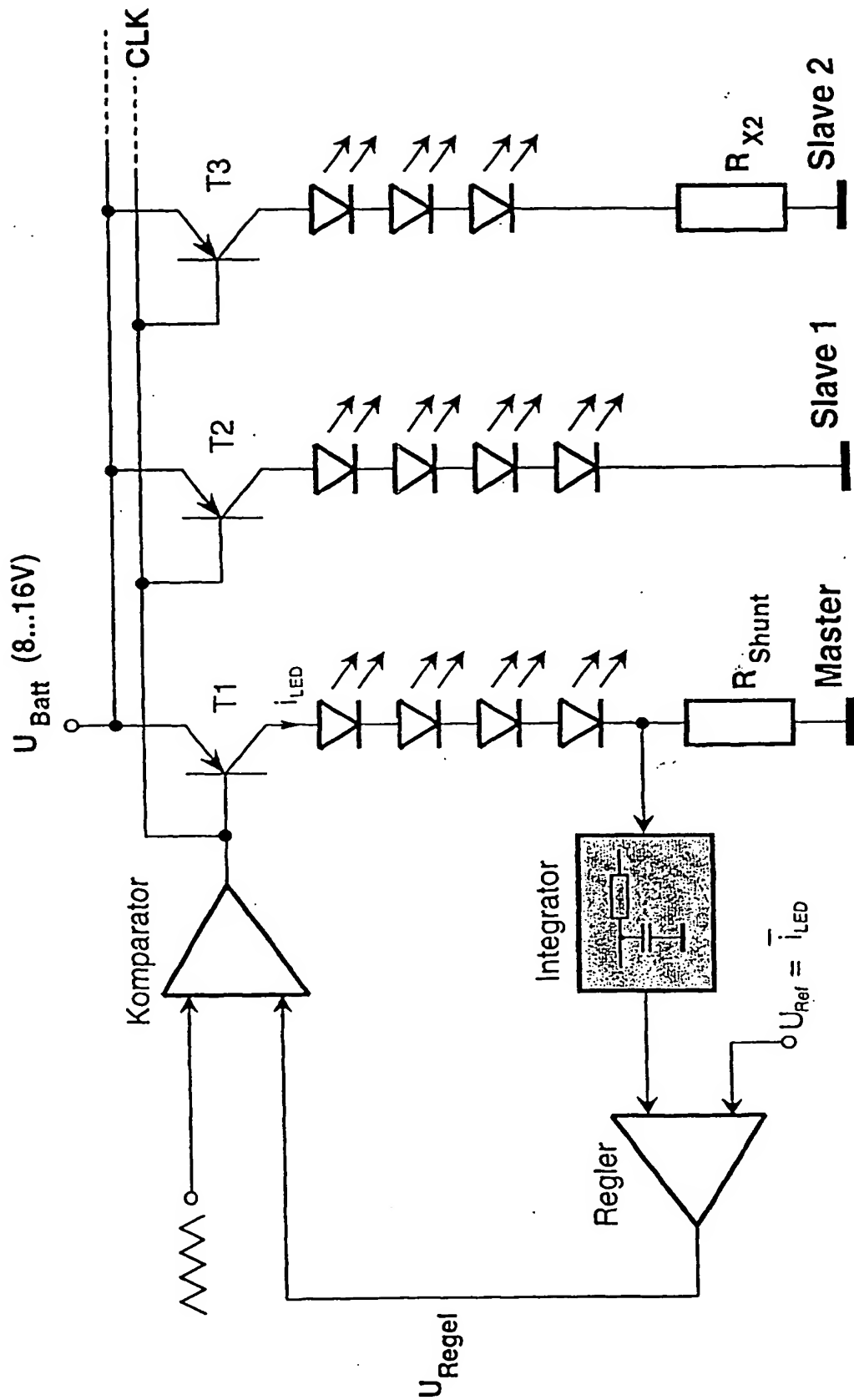
60

65

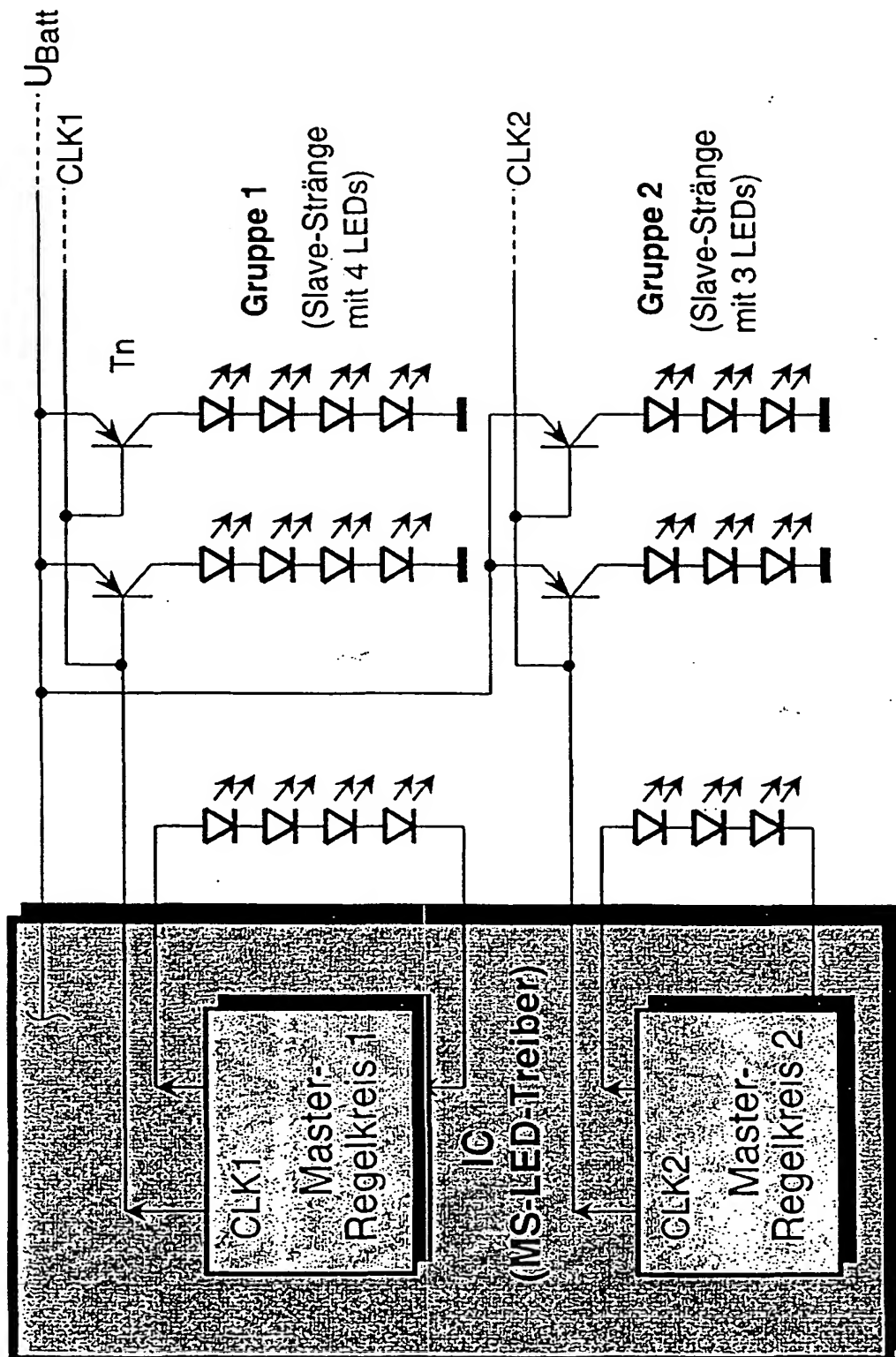
- Leerseite -



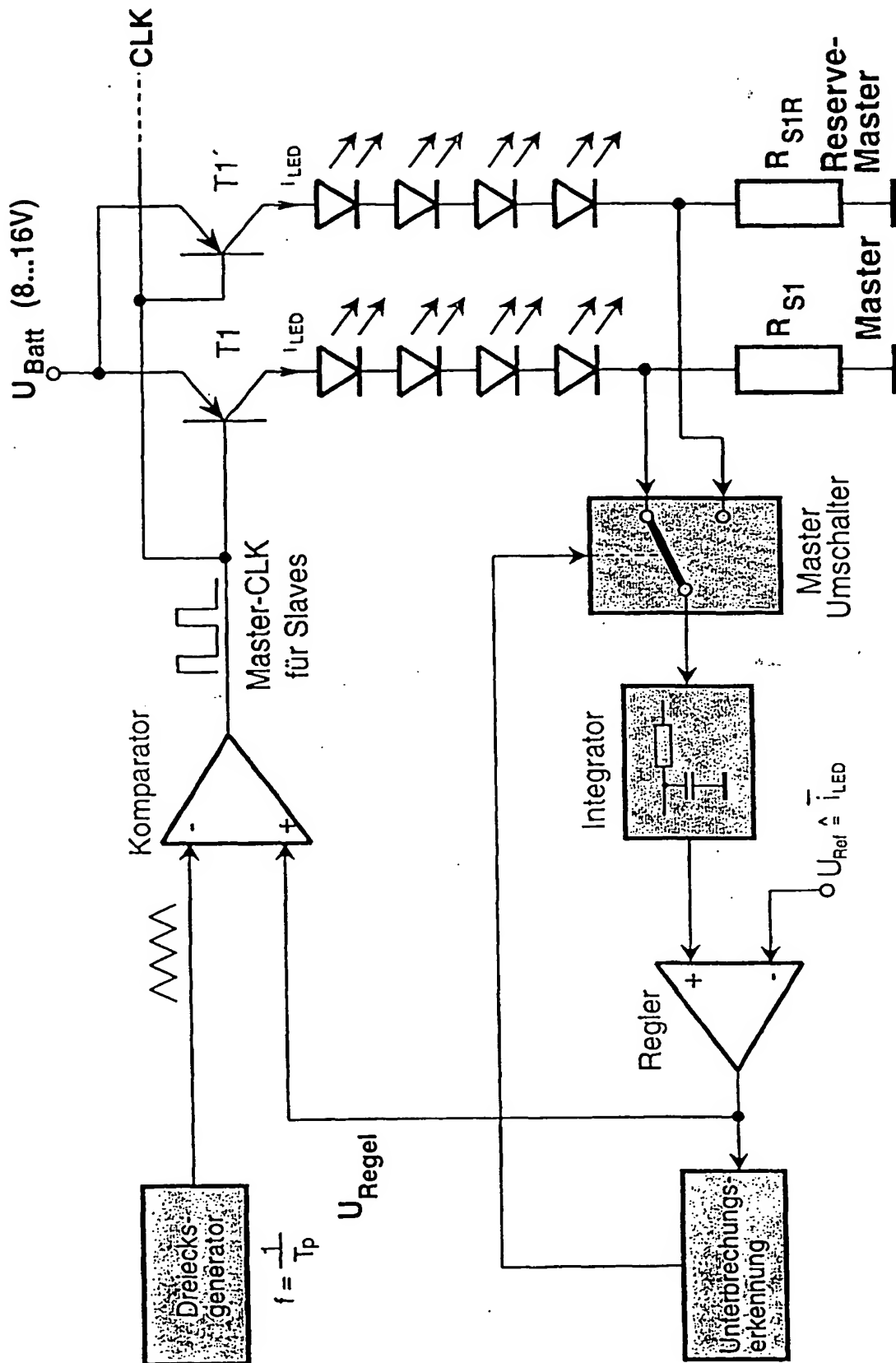
Figur 1



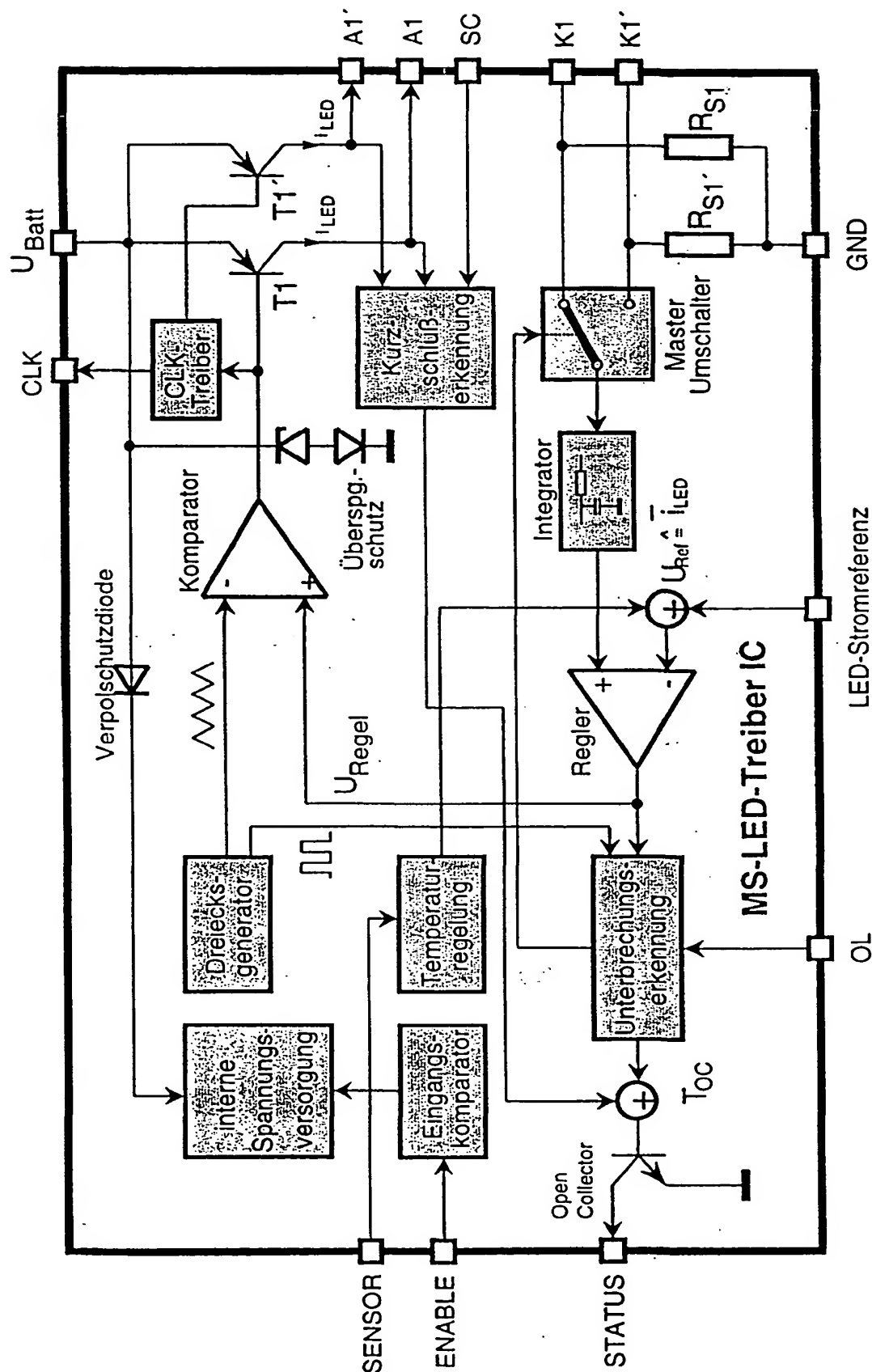
Figur 2



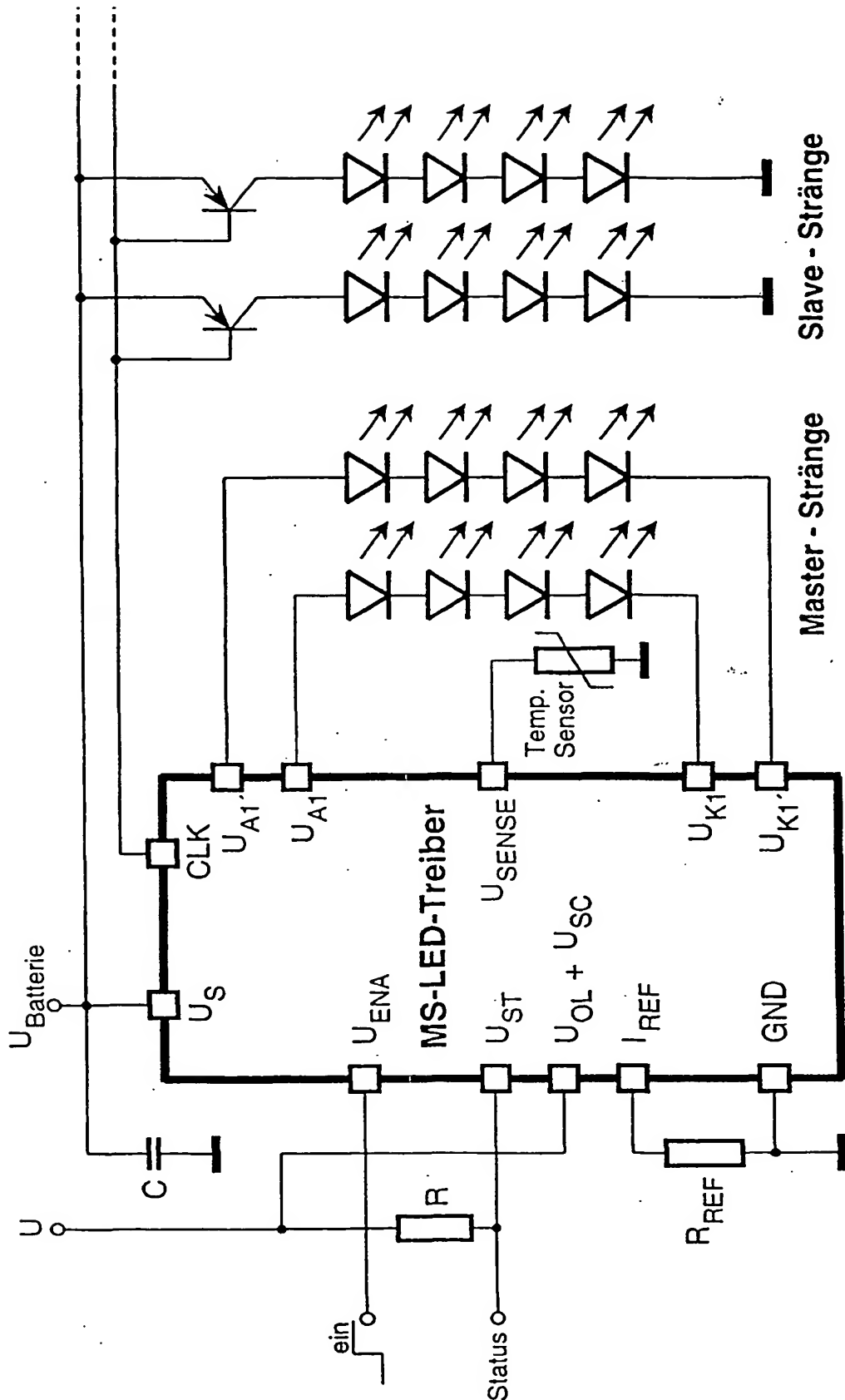
Figur 3



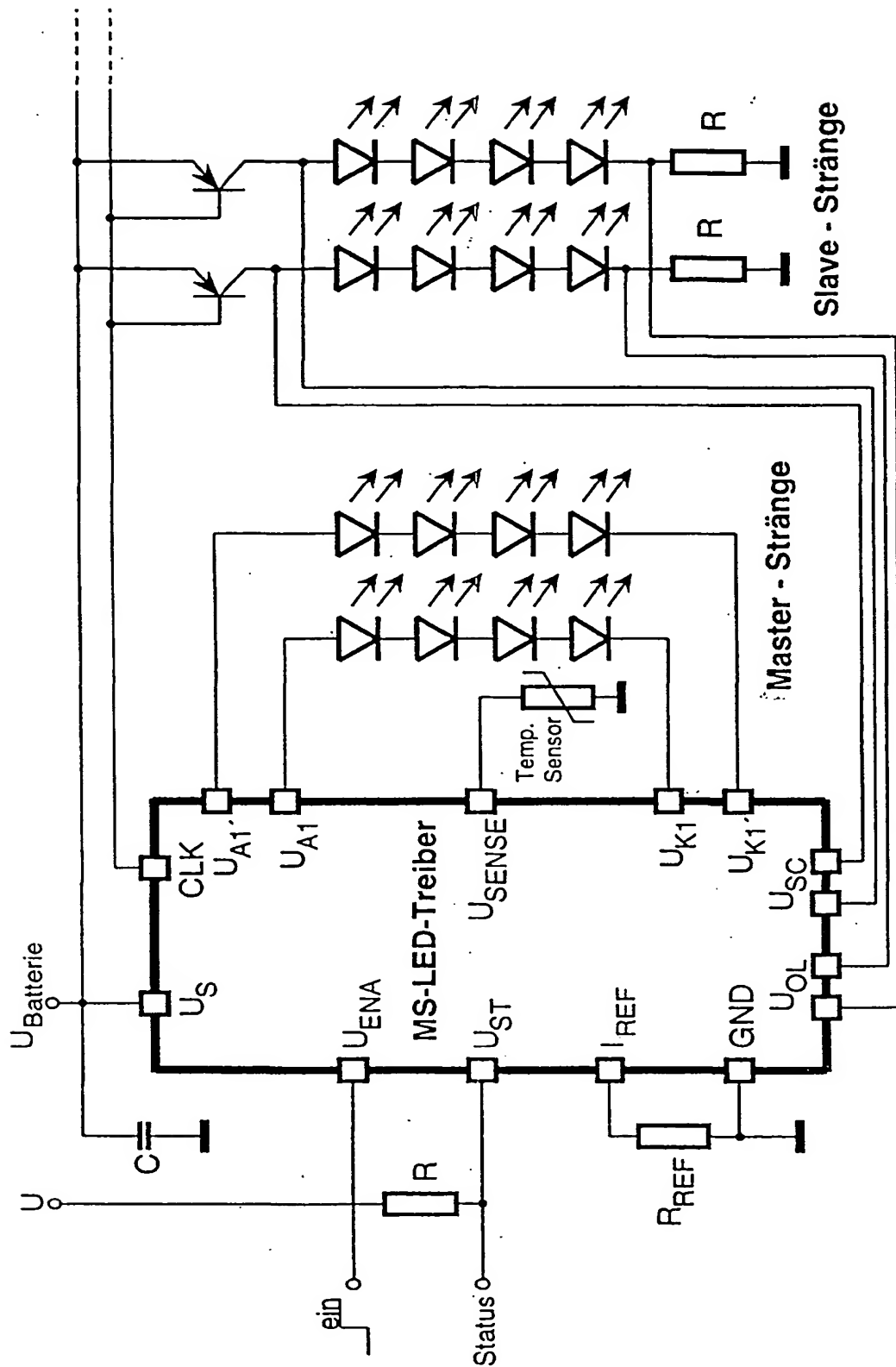
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7